

34037V/18  
HITACHI LTD\*NL 7314-375  
HITA 18.10.72Semiconductors for flat transistors prodn - contg polymeric resin layer on top  
of the insulating layer A85 L03 R46  
18.10.72-JA-103588 (22.04.74) C08g-20/32 H011-05/06 H011-07

Separate semiconductor devices such as transistors or diodes are assembled from (1) a semiconductor body containing a semiconductor bed of which the conductor type is opposite to that of the body, (2) an insulating layer applied to the surface of the semiconductor, (3) a polymeric resin layer applied to the insulating layer, (4) an electrode reaching from part of the semiconductor bed, through the polymer layer and the insulating layer and extending to the surface of the polymer layer, and (5) a wire connected to the electrode.

**ADVANTAGE**

Allows fully automatic production of semiconductors.

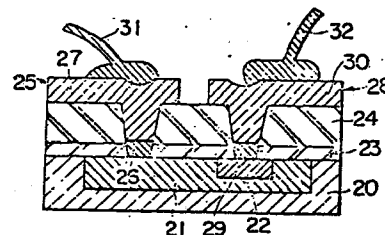
**SPECIFICALLY**

The polymer layer may be e.g. of epoxy resin, phenolic resin, polycarbonate resin, polyamide, polybenzimidazole or polyimide resin. An organic compound may be applied between the insulating and polymer layers or between the polymer layer and electrode, for example if the polymer layer is of epoxy resin, the organic compound may be an aminosilane or an epoxysilane. Figure shows typical flat

A12-E4, A12-E7.

2 618

transistor of the invention. Silicon body (20) of the n-type serves as collector, a first semi-conductor bed (21) of the p-type and a second semiconductor bed (22) of the n-type which serves as emitter. The surface of the silicon body (20) is provided with a  $\text{SiO}_2$  layer (23) and a polymer layer (24)  $5\mu$  thick. An electrode (25) extends down to the semiconductor (21), and consists of a first metal layer (26) and a second metal layer (27) which extends over part of the surface of the polymer layer (24). An emitter electrode (28) extends down to the second semiconductor bed (22) and consists of a third metal layer (29) and a fourth metal layer (30) which extends over part of the surface of the polymer layer. Connecting wires (31, 32) are fixed to the electrodes



7314375  
APR 1974



NEDERLAND

Ter inzage gelegde

Octrooiaanvraag Nr.

7314375

Int. Cl. H 01 1 5/06, C 08 g 20/32,  
H 01 1 7/00.

NETHERLANDS  
GROUP 257  
CLASS 357  
RECORDED

Indieningsdatum: 18 oktober 1973,  
24 uur.

Datum van terinzagelegging: 22 april 1974.

De hierna volgende tekst is een afdruk van de beschrijving met conclusie(s) en tekening(en), zoals deze op bovengenoemde datum werd ingediend.

Aanvrager: Hitachi Ltd, te Tokyo, Japan.

Gemachtigde: Octrooi- en Merkenbureau van Exter (Ir. J.A. van der Veken, e  
Willem Witsenplein 3&4, 's-Gravenhage.

Ingeroepen recht van voorrang: Japan, 18 oktober 1972, No. 103588.

Korte aanduiding: Halfgeleiderinrichting met een polymeerhars als  
isolator, en werkwijze voor de vervaardiging van  
een dergelijke inrichting.

De uitvinding heeft betrekking op een afzonderlijke halfgeleider-  
inrichting en in het bijzonder op een elektrode structuur van een half-  
geleiderinrichting, alsmede op een werkwijze voor de vervaardiging  
daarvan.

5        Zoals bekend omvat een gebruikelijke transistor van het vlakke  
type een halfgeleiderlichaam dat dient als kollektor, een eerste half-  
geleidergebied, waarvan het geleidingstype tegengesteld is aan dat  
van het lichaam, welke halfgeleidergebied opgenomen is in het lichaam  
en dient als basis, een tweede halfgeleidergebied waarvan het ge-  
10       leidingstype hetzelfde is als dat van het lichaam, welk halfgeleider-  
gebied opgenomen is in het eerste halfgeleidergebied en dient als e-  
mitter, een op het oppervlak van het lichaam aangebrachte isolerende  
laag en elektroden die door de isolerende laag heen in kontakt  
staan met het eerste en tweede halfgeleidergebied. In deze bekende  
15       transistoren wordt als isolerende laag SiO<sub>2</sub> toegepast en zijn draden

7314375

met de elektroden verbonden. Aangezien de diameter van de elektrode slechts 60 tot 100 micron bedraagt, is het verbinden van de draden met de elektroden zeer lastig en vormt daardoor een belemmering voor de massaproductie en de geheel automatische produktie van de transistors. Deze moeilijkheden worden vermeden door toepassing van elektroden met grote diameters of elektroden die zich uitstrekken op het oppervlak van de  $\text{SiO}_2$ -laag. Wanneer men echter elektroden met grote diameters toepast, moeten de afmetingen van het halfgeleiderlichaam groot zijn, waardoor de kostprijs van de transistor hoog wordt en wanneer de elektroden zich op het oppervlak van de  $\text{SiO}_2$ -laag uitstrekken, bestaan er capaciteiten tussen de elektroden en het lichaam, aangezien de  $\text{SiO}_2$ -laag niet zo dik gemaakt kan worden, en wordt daardoor niet alleen de karakteristiek van de transistor slechter doch wordt het tevens zeer ingewikkeld om de transistor de gewenste karakteristiek te geven.

Zoals boven beschreven veroorzaakt bij de gebruikelijke, afzonderlijke transistor de structuur van de elektroden moeilijkheden ten aanzien van de massaproductie, de volledig automatische produktie, de kosten en de karakteristiek van de transistors.

De onderhavige uitvinding beoogt nu een afzonderlijke halfgeleiderinrichting te verschaffen waardoor de bovengenoemde bezwaren van gebruikelijke halfgeleiderinrichtingen vermeden worden.

De uitvinding beoogt tevens een afzonderlijke halfgeleiderinrichting zoals een transistor of een diode te verschaffen die volledig automatisch vervaardigd kan worden.

Deze oogmerken worden nu bereikt, doordat men een polymeerharslaag aanbrengt op de isolerende laag die op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam aangebracht is.

Andere oogmerken en voordelen van de uitvinding zullen duidelijk worden uit de volgende beschrijving aan de hand van de bijgevoegde tekeningen, waarin

fig. 1 een doorsnede van een transistor van het gebruikelijke vlakke type,

fig. 2 een doorsnede in de lengterichting van een uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding,

fig. 2a en 2b een doorsnede in lengterichting tonen ter toelichting

van de werkwijze voor de vervaardiging van de in fig. 2 getoonde uitvoeringsvorm,

fig. 3 een doorsnede in de lengterichting van een andere uitvoeringsvorm volgens de onderhavige uitvinding,

fig. 4 een doorsnede in de lengterichting van een nog andere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding,

fig. 4a en 4b doorsneden in lengterichting tonen ter toelichting van de werkwijze voor de vervaardiging van de in fig. 4 getoonde uitvoeringsvorm,

fig. 5 een doorsnede in lengterichting van een nog andere uitvoeringsvorm van de uitvinding,

fig. 5a t/m 5c lengtedoorsneden ter toelichting van de werkwijze voor de vervaardiging van de in fig. 5 getoonde uitvoeringsvorm, en

fig. 6 een grafiek toont waarin het verband tussen de dikte van een thermohardende polymeerhars en de opbrengst in snelheid, waarmee een verbinding tot stand gebracht wordt.

Fig. 1 toont een doorsnede van een voorbeeld van een transistor van het gebruikelijke vlakke type, die een halfgeleiderlichaam 1 bevat dat als kollektor van de transistor dient, een eerste halfgeleidergebied 2, waarvan het geleidingstype tegengesteld is aan dat van het lichaam 1, welk gebied 2 opgenomen is in lichaam 1 en dient als basis van de transistor, een tweede halfgeleidergebied 3, waarvan het geleidingstype tegengesteld is aan dat van het eerste halfgeleidergebied 2, welk gebied 3 opgenomen is in het eerste halfgeleidergebied 2 en dient als emitter van de transistor, een op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam aangebrachte isolerende laag 4 met openingen voor metaalelektroden, waarvan de ene een basiselektrode 5 en de andere een emitter-elektrode 6 is, en draden 7 en 8, die respectievelijk verbonden zijn met de basiselektrode 5 en de emitterelektrode 6. De draden 7 en 8 zijn verbonden met uitwendige aansluitingen, waaraan uitwendige elementen, circuits of elektrische bronnen zijn verbonden.

Aangezien, zoals reeds eerder is opgemerkt de diameter van de elektroden 5 en 6 gewoonlijk slechts 60 tot 100 micron bedraagt, moet de verbinding van de draden 7 en 8 met elektroden 5 en 6 met grote nauwkeurigheid uitgevoerd worden. Derhalve wordt het moeilijk de transistors in massaproductie en volledig automatisch te vervaardigen. Deze

7314375

automatische massaproductie is zeer gewenst bij de transistor-industrieën. Hoewel aan deze wens voldaan kan worden door toepassing van elektroden met grote diameters of elektroden die zich op het oppervlak van de isolerende laag 4 uitstrekken, moeten in het eerste geval de afmetingen van de halfgeleidergebieden 2 en 3 en het halfgeleiderlichaam 1 groot zijn, waardoor de kostprijs van de transistor hoog wordt en moet in het laatste geval de capaciteit tussen de elektrode en het halfgeleiderlichaam groot zijn, waardoor de karakteristiek van de transistor slecht wordt. Hoewel dikke isolerende foelies gewenst zijn, zijn tot nu toe voor de vermindering van de capaciteit geen belangwekkende voorstellen gedaan. Wanneer als isolerende laag 4  $\text{SiO}_2$  wordt toegepast, gevormd door chemische dampafzetting of kathode-verstuiving, bedraagt de maximale dikte van  $\text{SiO}_2$  ongeveer 1,5 micron bij de chemische dampafzettingsmethode en ongeveer  $4 \mu$  bij de kathode verstuivingsmethode. Het duurt evenwel ongeveer 7 uur voordat met behulp van de kathodeverstuivingsmethode een  $\text{SiO}_2$ -laag met een dikte van  $4 \mu$  verkregen wordt, aangezien het noodzakelijk is dat de groeisnelheid van  $\text{SiO}_2$  minder dan  $6000 \text{ \AA}/\text{uur}$  bedraagt ter voorkoming van de vorming van barsten door de spanning van  $\text{SiO}_2$  en ter voorkoming van slechter worden van de karakteristiek van de halfgeleiderinrichting. Ter verhoging van de produktiviteit wordt gewoonlijk een  $\text{SiO}_2$ -laag met een dikte van  $1 \mu$  toegepast in halfgeleiderinrichtingen. Het is derhalve zeer gewenst in de transistorindustrie om transistors te vervaardigen, die zelfs bij automatische massaproductie een verminderde capaciteit bezitten.

Een afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens de onderhavige uitvinding omvat een halfgeleiderlichaam, een halfgeleidergebied, waarvan het geleidingstype tegengesteld is aan dat van het halfgeleiderlichaam, welk gebied opgenomen is in het halfgeleiderlichaam, een op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam aangebrachte isolerende laag, een op de isolerende laag aangebrachte polymeerharslaag en een elektrode, die door de isolerende laag en de polymeerharslaag heengaat, in verbinding staat met het halfgeleidergebied en zich tenminste op een gedeelte van het oppervlak van de polymeerharslaag uitstrekt.

Aangezien de polymeerharslaag voldoende dik gemaakt kan worden en de elektrode zich op een groot gedeelte van de polymeerharslaag

kan uitstrekken, is het volgens de uitvinding nu mogelijk om de capaciteit tussen de elektrode en het halfgeleiderlichaam te verminderen en tevens een draad met de elektrode te verbinden bij automatische massaproductie.

5 Voorts kan overeenkomstig de uitvinding, aangezien de diameter van de elektrode klein gehouden kan worden, de afmeting van het halfgeleiderlichaam kleiner gemaakt worden dan bij de gebruikelijke halfgeleiderinrichtingen.

10 Aangezien volgens de onderhavige uitvinding de polymeerharslaag aangebracht wordt op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam, neemt bovendien de stabilisatie van het oppervlak van de halfgeleiderinrichting toe.

De onderhavige uitvinding zal nu nader toegelicht worden aan de hand van de fig. 2 t/m 6.

15 Fig. 2 toont een doorsnede van een vlak type transistor volgens een uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding.

20 In fig. 2 is in een siliciumlichaam 20 van het n-type, dat dient als kollektor van de transistor, een eerste halfgeleidergebied 21 van het p-type opgenomen dat dient als basis voor de transistor, voorts bevindt zich een tweede halfgeleidergebied 22 van het n-type dat dient als emitter van de transistor in het eerste halfgeleidergebied 21, en is het oppervlak van het siliciumlichaam 20 voorzien van een  $\text{SiO}_2$ -laag 23 waarop een polymeerharslaag 24 met een dikte van  $5\mu$  is aangebracht, terwijl een baselektrode 25 door de polymeerharslaag 24 en de  $\text{SiO}_2$ -laag 23 heen gaat en de verbinding vormt met het eerste halfgeleidergebied 21, welke elektrode 25 bestaat uit een eerste metaallaag 26 en een tweede metaallaag 27, die zich over een gedeelte van het oppervlak van de polymeerharslaag 24 uitstrekt, een emitterelektrode 28 door de polymeerharslaag 24 en de  $\text{SiO}_2$ -laag heengaat en de verbinding vormt met het tweede halfgeleidergebied 22, welke emitterelektrode 28 bestaat uit een derde metaallaag 29, en een vierde metaallaag 30, die zich over een ander gedeelte van het oppervlak van de polymeerharslaag 24 uitstrekt dan het gedeelte, waarop de tweede metaallaag 27 is aangebracht, en zijn draden 31 en 32 verbonden met respectievelijk de tweede metaallaag 27 en de vierde metaallaag 30.

35 Deze transistor wordt vervaardigd door vorming van het halfgeleider-

lichaam 20 van het n-type, door diffusie van borium in het lichaam 20 ter vorming van het eerste gebied 21 dat dient als basis, diffusie van fosfor in het eerste halfgeleidergebied 21 ter vorming van het tweede halfgeleidergebied 22 dat dient als emitter, door vorming van de  $\text{SiO}_2$ -laag 23 op het oppervlak van het lichaam 20, vorming van openingen in de  $\text{SiO}_2$ -laag 23 voor het blootleggen van de oppervlakken van een deel van het eerste halfgeleidergebied 21 en een deel van het tweede halfgeleidergebied 22, vorming van de eerste metaallaag 26 van aluminium en de derde metaallaag 29 van aluminium in de openingen (fig. 2a), aanbrengen van de polymeerharslaag 24 met een dikte van  $5\mu$  op de oppervlakken van de  $\text{SiO}_2$ -laag 23 en de eerste en derde metaallaag 26 en 29, vorming van een metaallaag 33 met openingen 34 en 35 overeenkomend met de eerste metaallaag 26 en de derde metaallaag 29 (fig. 2b) selektief etsen van de polymeerharslaag 24 door de openingen 34 en 35 door het blootleggen van de oppervlakken van de metaallaagen 26 en 29, verwijdering van de metaallaag 33, vorming van de tweede metaallaag 27 en de vierde metaallaag 30, zodanig dat een deel daarvan verbonden wordt met respectievelijk de eerste metaallaag 26 en de derde metaallaag 29 en een ander gedeelte zich uitstrekt op het oppervlak van de polymeerharslaag 24, en verbinding van draden 31 en 32 met de tweede metaallaag 27 en de vierde metaallaag 30.

Als polymeerhars voor de polymeerharslaag 24 kan ieder polymeerhars, zoals een thermoplastisch polymeerhars, bijvoorbeeld Teflon en fluor-bevattend etheenpropeencopolymeer en een thermohardend polymeerhars, bijvoorbeeld van het polyimide-, epoxy-, fenol-, polycarbonaat-, polyamide-, en polybenzimidazool-type toegepast worden. Evenwel verdient een thermohardend polymeerhars meer de voorkeur voor de onderhavige uitvinding dan een thermoplastisch polymeerhars, aangezien bij toepassing van een thermohardende polymeerhars voor de laag 24 een hogere temperatuur voor het verbinden van de draden 31 en 32 met de tweede en vierde metaallaag (27, 30) toegepast kan worden dan bij toepassing van een thermoplastisch polymeerhars voor de laag 24, aangezien de verwekingstemperatuur van een thermohardend polymeerhars hoger is dan dat van een thermoplastisch polymeerhars. Terwijl een korte verhittingstijd en een temperatuur boven  $300^\circ\text{C}$  gewenst zijn voor het automatisch verbinden van draden, bedraagt de verwekingstemperatuur

van Teflon of een soortgelijk thermoplastisch polymeerhars ongeveer 200-250°C, en moeten de draden derhalve gedurende een lange tijd beneden de verwerkingstemperatuur met de metaallaag verbonden worden.

5 Bovendien moet bij toepassing van Teflon als polymeerhars voor de laag 24, die in de vorm van fijn poeder of een dunne foelie op de op het halfgeleiderlichaam aangebrachte SiO<sub>2</sub>-laag aangebracht en tegen de SiO<sub>2</sub> - laag aangedrukt worden onder verhitting en aanzienlijke druk.

10 Op grond hiervan wordt voor de onderhavige uitvinding bij voorkeur een thermohardend polymeerhars toegepast.

In de boven beschreven uitvoeringsvorm wordt polyimidehars toegepast voor de laag 24, die als volgt gevormd wordt :

Men bereidt een polyimide-oplossing met de volgende bestanddelen:

Niet-vluchtige componenten :

15 4,4'-diaminodifenylether-3-carbonamide	5 mol.%
4,4'-diaminodifenylether	45 mol.%
pyromelliet-zuurdianhydride	25 mol.%
3,3',4,4'-benzofenontetracarbonszuurdianhydride	25 mol.%

Oplosmiddelbestanddelen :

20 N-methyl-2-pyrrolidon	50 gew.%
N,N-dimethylacetamide	50 gew.%
Concentratie niet-vluchtige bestanddelen	20 gew.%
Viscositeit van de oplossing	ongeveer 300 centipoise

25 De voorpolymeeroplossing van polyimide wordt aangebracht op de oppervlakken van de SiO<sub>2</sub>-laag 23 en de eerste en derde metaallaag door middel van een rotor met een snelheid van 5000 rpm., waarbij een polymeerharslaag met een dikte van 1  $\mu$  wordt gevormd. Ter vorming van een polymeerharslaag met de gewenste dikte, worden de viscositeit van de oplossing, de concentratie aan niet-vluchtige bestanddelen en/of

30 de rotatiesnelheid van de rotor geregeld, of wordt de oplossing overlappend op de gevormde polymeerharslaag aangebracht. Wanneer men aldus te werk gaat, wordt de dikte van de polymeerharslaag zo geregeld dat <sup>men</sup>naar wens een dikte van minder dan 1  $\mu$  tot meer dan 10  $\mu$  verkrijgt. Bij deze uitvoeringsvorm wordt een polymeerharslaag met een

35 dikte van 5  $\mu$  gevormd.

Voor de verbinding van de derde metaallaag 27 met de eerste

7314375



metaallaag 26, en de vierde metaallaag 30 met de tweede metaallaag 29, worden doorboringen in de polymeerharslaag 24 aangebracht door vorming van een metaallaag 33 op het oppervlak van de polymeerharslaag 24, met openingen 34 en 35 overeenkomend met de eerste en derde metaallaag 26 en 29, en etsen van de onder de openingen 34 en 35 liggende polymeerharslaag door middel van zuurstofplasma. Voor het weetsen van de 5  $\mu$  dikke polyimide-harslaag voert men de etsing met plasma gedurende 10 min. uit onder een plasma met een uitgangsvermogen van 0,7 KW, opgewekt onder zuurstof met een druk van 0,6 Torr en een toevoersnelheid van 3 l/min. De duur van de etsing wordt geregeld door de keuze van de stroomsnelheid van zuurstof, de zuurstofdruk en/of de keuze van het toegepaste hoogfrequentievermogen.

Bij voorkeur is de metaallaag 33 die het etsen van de polymeerharslaag 24 voorkomt, dunner dan de eerste of derde metaallagen 26, 29, of bestaat deze uit materiaal dat geëtsd wordt met een andere oplossing dan die voor het etsen van de eerste en de derde metaallaag 26, 29. Bij deze uitvoeringsvorm gaat men er van uit dat de eerste en de derde metaallaag vervaardigd zijn van aluminium met een dikte van 1  $\mu$  en de metaallaag 33 van aluminium met een dikte van 0,4  $\mu$  waardoor de metaallaag 33 verwijderd wordt onder achterlating van de eerste en derde laag 26 en 29 met een voldoende dikte.

De tweede metaallaag 27 en vierde metaallaag 28 zijn van aluminium en worden gevormd door verdamping van aluminium in de doorboringen en op het oppervlak van de polymeerharslaag 24 en etsen van het verdampte aluminium in een vooraf bepaald patroon. Het gebeurt evenwel soms dat aluminium niet verdampt wordt op de zijwanden van de doorboringen. Ter voorkoming hiervan roteert men bij voorkeur het halfgeleiderlichaam 20 tijdens de verdamping van aluminium.

In de bovengenoemde uitvoeringsvorm past men een polymeerhars met formule 1 van het formuleblad toe.

Fig. 3 toont een doorsnede van een <sup>andere</sup> uitvoeringsvorm volgens de uitvinding met een grotere hechting tussen de SiO<sub>2</sub>-laag en de polymeerharslaag dan bij de in fig. 2 getoonde uitvoeringsvorm. De cijfers in fig. 3 verwijzen naar overeenkomstige delen als die in fig. 2.

In fig. 3 is tussen de SiO<sub>2</sub>-laag 23 en de polymeerharslaag 24 een laag 36 van een organische verbinding aangebracht, die zowel een alkoxy-

silaangroep bevat, welke een chemische binding kan vormen met een anorganisch materiaal en een amino- of epoxygroep, die een chemische binding kan vormen met de polymeerharslaag, en daardoor in staat is de polymeerharslaag 24 en de  $\text{SiO}_2$ -laag 23 door middel van stevige chemische bindingen te koppelen.

De laag 36 van de aminosilaanverbinding kan gevormd worden op de hierna beschreven wijze.

Het halfgeleiderlichaam 20 waarop de  $\text{SiO}_2$ -laag 23 is aangebracht, wordt ~~kanaxid~~ gedompeld in een isopropylalcohol-oplossing, die 1 gew.% N- $\beta$ (aminoethyl)- $\gamma$ -aminopropylmethyldimethoxysilaan bevat, waardoor de aminosilaan-verbinding aan het oppervlak van de  $\text{SiO}_2$ -laag geadsorbeerd wordt.

De laag 36 van de aminosilaanverbinding voor de koppeling van de  $\text{SiO}_2$ -laag en de polyimide-harslaag kan gevormd worden door toepassing van het amino-silaankoppelingsmiddel "KBM 602" (handelsnaam, verkrijgbaar bij Shin-etsu Chemical Industry Corp., Japan). Het amino-silaankoppelingsmiddel wordt opgelost in een geschikt oplosmiddel, zoals water, een keton, ether of alcohol, ter bereiding van een oplossing met een geschikte concentratie van bijvoorbeeld 0,05-20 gew.%. Daarna wordt het halfgeleiderlichaam met de daarop aangebrachte  $\text{SiO}_2$ -laag in de oplossing gedompeld, of wordt de oplossing aangebracht op het oppervlak van de  $\text{SiO}_2$ -laag. Vervolgens wordt het halfgeleiderlichaam 30 minuten bij  $100^\circ\text{C}$  gedroogd.

Na de vorming van de amino-silaanverbinding op de  $\text{SiO}_2$ -laag, worden de polymeerharslaag 24, de tweede en de vierde metaallaag en de draden aangebracht, overeenkomstig de methoden, zoals toegepast voor de in fig. 2 getoonde uitvoeringsvorm.

Een andere uitvoeringsvorm van de uitvinding is weergegeven in fig. 4, waarin dezelfde cijfers verwijzen naar overeenkomstige delen als in fig. 3.

In deze uitvoeringsvorm wordt als basiselektrode 25 of als emitter-elektrode 28, slechts één metaallaag toegepast.

Deze transistor wordt op de volgende wijze gevormd.

Op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam 20, waarin de collector 20, basis 21 en emitter 22 van de transistor zijn aangebracht, wordt de  $\text{SiO}_2$ -laag 23 gevormd met behulp van een gebruikelijke methode,

zoals thermische oxydatie of chemische dampafzetting. Vervolgens wordt een laag 36 van een amino-silaanverbinding gevormd onder toepassing van N- $\beta$ (aminoethyl)- $\gamma$ -aminopropylmethyldimethoxysilaan, zoals boven is beschreven. Daarna brengt men als volgt een polyimideharslaag 24 aan op de amino-silaanverbindingslaag 36. Een voorpolymeeroplossing van een polyimidehars wordt aangebracht op de amino-silaanverbindingslaag 36, gedroogt bij 100°C en 1 uur op 300°C verhit voor de harding. De polyimideharslaag 24 wordt zodanig gevormd dat deze een dikte van 8  $\mu$  bezit. Een metaallaag 33 van aluminium met openingen 34 en 35 en delen die overeenkomen met delen van de basis 21 en de emitter 22, wordt gevormd op de polyimideharslaag 24 (fig. 4a). De polyimideharslaag 24 en de amino-silaanverbindingslaag 36 worden onder de openingen 34 en 35 selektief geëetst door middel van een plasma, en de SiO<sub>2</sub>-laag overeenkomend met de openingen 34 en 35 wordt geëetst met behulp van een bekende etsoplossing, zoals een gemengde oplossing van fluorwaterstofzuur en ammoniumfluoride, onder vorming van doorboringen 37 en 38, die doorlopen tot delen van respectievelijk basis 21 en emitter 22. Nadat de metaallaag 33 is weggeëetst (fig. 4b), worden een basiselektrode 25 en een emitterelektrode 28 van aluminium gevormd door kathodeverschuiving van aluminium en etsen van het verstoven aluminium ter verkrijging van een voorafbepaalde vorm. Vervolgens worden draden 31 en 32, verbonden met respectievelijk de basiselektrode 25 en de emitterelektrode 28, door uitoefening van druk onder verhitting of met behulp van een ultrasone verbindingsmethode.

Aangezien de elektroden 25 en 28 in één stap gevormd worden, is de werkwijze ter vervaardiging van de in fig. 4 getoonde transistor eenvoudiger dan die van de in fig. 3 weergegeven transistor.

Een nog andere uitvoeringsvorm van de uitvinding is weergegeven in fig. 5, waarin dezelfde cijfers als in fig. 4 verwijzen naar overeenkomstige delen.

In deze uitvoeringsvorm bestaat de basiselektrode 25 uit een eerste trapezoidaal metalen voetstuk 39 en een eerste metaalplaat 41, de emitterelektrode 28 uit een tweede trapezoidaal metalen voetstuk 40 en een tweede metaalplaat 42 en is een organische verbindingslaag 36 tevens aangebracht tussen het eerste en tweede trapezoidale metalen voetstuk 39 en 40 en de polymeerharslaag 24.

Aangezien de draden 31 en 32 verbonden zijn met respektievelijk de eerste en de tweede metaalplaat 41 en 42, dat wil zeggen verbonden met het oppervlak, zijn deze draden stevig bevestigd aan de metalen platen.

Deze transistor wordt vervaardigd op de volgende wijze.

Op het halfgeleiderlichaam 20, waarin de transistor-elementen, zoals de kollektor 20, basis 21 en emitter 22 zijn aangebracht, wordt de isolerende laag 23 van  $\text{SiO}_2$  gevormd door chemische dampafzetting of door thermische oxydatie, en worden vervolgens doorboringen in de  $\text{SiO}_2$ -laag 23 aangebracht in delen die overeenkomen met delen van de basis- en emittergebieden 21 en 22. Een aluminiumlaag met een dikte van  $5 \mu$  wordt door afzetting van aluminium op de  $\text{SiO}_2$ -laag 23 en de vrijgemaakte oppervlakken van de basis en emittergebieden 21 en 22 gevormd, waarna de aangebrachte aluminiumlaag met uitzondering van de gedeelten op de oppervlakken van de basis en emittergebieden 21 en 22 geëetst, wordt, waardoor een eerste trapezoïdaal metalen voetstuk 39 en een tweede trapezoïdaal metalen voetstuk 40 gevormd worden, zoals in fig. 5a is weergegeven. De laag 36 van de organische amino-silaan verbinding wordt op de oppervlakken van de  $\text{SiO}_2$ -laag 23 en het eerste en tweede trapezoïdale metalen voetstuk 39 en 40 gevormd onder toepassing van N- $\beta$ -(aminoethyl)- $\gamma$ -aminopropylmethyldimethoxysilaan. Op de amino-silaanlaag 36 wordt een laag 24 van polyimidehars met een dikte van  $6 \mu$  gevormd onder rotatie van het verkregen halfgeleiderlichaam (fig. 5b). Vervolgens worden de op de oppervlakken van het eerste en tweede trapezoïdale metalen voetstuk 39 en 40 gevormde polyimide-harslaag 24 en amino-silaanlaag 36 gelijkmatig geëetst door zuurstofplasma, zoals eerder is beschreven voor het blootleggen van de bovenvlakken van de trapezoïdale metalen voetstukken 39 en 40 (fig. 5c). Op het geëetste oppervlak van de polyimideharslaag 24 en de blootgelegde oppervlakken van de trapezoïdale metalen voetstukken 39 en 40 wordt een aluminiumlaag gevormd door afzetting van aluminium, waarna deze aluminiumlaag vervolgens geëetst wordt met behulp van bekende etsmethoden ter vorming van de eerste metalen plaat 21 en de tweede metalen plaat 42. Vervolgens worden met de metalen platen 41 en 42, draden 31 en 32 verbonden, waardoor de in fig. 4 getoonde transistor gereed is.

Bij voorkeur wordt bij deze uitvoeringsvorm de polymeerharslaag 24

zodanig gevormd, dat de dikte van de polymeerharslaag groter is dan die van de trapezoidale metalen voetstukken 39 en 40, voor een gemakkelijke vorming van vlakke oppervlakken van de metalen platen 41 en 42.

5        Hoewel in de bovenbeschreven uitvoeringsvorm polyimidehars wordt toegepast als materiaal voor de polymeerharslaag, wordt opgemerkt, dat zoals reeds eerder is beschreven, ieder polymeerhars toegepast kan worden als materiaal voor de polymeerharslaag.

10        Hoewel in de bovenbeschreven uitvoeringsvorm als polymeerharslaag polyimidehars met formule 1 van het formuleblad wordt toegepast, kunnen polyimideharsen met de algemene formules 2 en 3 van het formuleblad, waarin  $Ar_1$ ,  $Ar_2$ ,  $Ar_3$  en  $Ar_4$  aromatische groepen voorstellen, tevens toegepast worden. Bij voorkeur kiest men  $Ar_1$  en  $Ar_3$  uit de volgende groepen, benzeen, difenylether, naftaleen, difenylsulfon of di-(fenoxyfenyl)sulfon en kiest men voor  $Ar_2$  en  $Ar_4$  een benzeen-, 15        difenylether- of benzofenongroep.

20        In het bijzonder stelt in formule 2 van het formuleblad  $Ar_1$  een difenylethergroep, en  $Ar_2$  een benzeenring voor, en is in formule 3 van het formuleblad  $Ar_1$  een difenylether-,  $Ar_2$  een benzeen-,  $Ar_3$  een difenylether en  $Ar_4$  een benzofenongroep.

25        De polyimideharslaag wordt geëetst onder toepassing van fysische methoden, zoals het zuurstofplasma in de bovenbeschreven uitvoeringsvormen, doch chemische methoden kunnen tevens toegepast worden voor het etsen van de polyimideharslaag. Zo kan men bijvoorbeeld een polyimide-oplossing op de  $SiO_2$ -laag of de laag van de organische verbinding aanbrengen, waarna men 1 uur op  $160^\circ C$  verhit, waardoor het oplosmiddel in de polyimideoplossing verdampt en het polyimide in een halfharde toestand komt. In dit stadium worden te verwijderen gedeelten van het polyimide in halfharde toestand in aanraking gebracht met 30        een 40-80%'s waterige oplossing van hydrazine, waardoor het polyimide in de halfharde toestand gemakkelijk wordt verwijderd. Vervolgens wordt het polyimide gepolymeriseerd door warmtebehandelingen van 1 uur bij  $200^\circ C$  en vervolgens 1 uur bij  $300^\circ C$ , waardoor een stabiele polyimideharslaag gevormd wordt die geschikt is voor de onderhavige uitvinding. De onderhavige uitvinding kan derhalve tevens verwezen- 35        lijkt worden onder toepassing van chemische methoden voor het etsen van de polyimideharslaag.

7314375

Tevens wordt opgemerkt, dat het voor de elektroden toe te passen metaal niet beperkt is tot het in de uitvoeringsvormen genoemde aluminium, doch andere metalen, zoals Ti, Mo, Au, Ag, Cu, Cr, Pt, alsmede hun combinaties en legeringen kunnen eveneens toegepast worden.

Voorts is, hoewel in de bovenbeschreven uitvoeringsvormen de polymeerharslaag een dikte van  $5\ \mu$  of  $8\ \mu$  bezit, de dikte van de polymeerharslaag niet tot deze waarde beperkt, maar kan van 2 tot  $15\ \mu$  bedragen. Ter handhaving van de mechanische sterkte van de polymeerharslaag wanneer de draden met de elektroden verbonden worden, is een dikte van  $2\ \mu$  van de polymeerharslaag noodzakelijk en voor een gemakkelijke vorming van doorboringen voor de elektroden is een dikte van  $15\ \mu$  voor de polymeerharslaag voordelig.

Volgens uitgevoerde proeven bedraagt de dikte van de polymeerharslaag bij voorkeur ongeveer 3 tot  $10\ \mu$ , zoals blijkt uit fig. 6.

Fig. 6 toont de betrekking tussen de dikte van de polymeerharslaag en de produktiesnelheid van de verbinding. Zoals blijkt uit fig. 6 bedraagt de produktiesnelheid van de verbinding ongeveer 50% wanneer de dikte van de polymeerharslaag ongeveer  $2\ \mu$  bedraagt en stijgt de produktiesnelheid van de verbinding tot ongeveer 100%, wanneer de dikte van de polymeerharslaag ongeveer  $3\ \mu$  bedraagt. Deze toename van de produktiesnelheid van de verbinding is van groot belang voor de onderhavige uitvinding, evenals de mogelijkheid een geheel automatische massaproductie van de afzonderlijke halfgeleiderinrichtingen, zoals transistors en dioden.

Voorts kan, hoewel in de uitvoeringsvormen een amino-silaanverbinding wordt toegepast voor de vergroting van de hechting tussen de polyimide-harslaag en de  $\text{SiO}_2$ -laag, voor de toename van de hechting tussen een polymeerhars van het epoxytype en de  $\text{SiO}_2$ -laag, een epoxy-silaanverbinding, zoals  $\beta$ -(3,4-epoxycyclohexyl)ethyltrimethoxysilaan en  $\gamma$ -glycidoxypropyltrimethoxysilaan toegepast worden.

Hoewel de uitvinding tot in details is beschreven, is de technische omvang van de uitvinding niet beperkt tot de voorafgaande uitvoeringsvormen doch geschikt voor alle afzonderlijke halfgeleiderinrichtingen zoals transistors en dioden.

7314375

C O N C L U S I E S

=====

1. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting zoals een transistor of een diode, m e t h e t k e n m e r k, dat deze samengesteld is uit een halfgeleiderlichaam dat een halfgeleidergebied bevat waarvan het geleidingstype tegengesteld is aan dat van het lichaam, een op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam aangebrachte isolerende laag, een op het oppervlak van de isolerende laag aangebrachte polymeerharslaag, een elektrode, die reikt tot een gedeelte van het halfgeleidergebied, door de polymeerharslaag en de isolerende laag heengaat, en zich uitstrekt op het oppervlak van de polymeerharslaag, en een met de elektrode verbonden draad.

2. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 1, m e t h e t k e n m e r k, dat tussen de isolerende laag en de polymeerharslaag een laag van een organische verbinding is aangebracht.

3. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 2, m e t h e t k e n m e r k, dat tevens een laag van een organische verbinding aangebracht is tussen de polymeerharslaag en de elektrode.

4. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 1-3, m e t h e t k e n m e r k, dat het polymeerhars voor de polymeerharslaag gekozen is uit een thermoplastisch polymeerhars of een thermohardend polymeerhars.

5. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 1-4, m e t h e t k e n m e r k, dat het polymeerhars voor de polymeerharslaag een thermohardend polymeerhars is.

6. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 5, m e t h e t k e n m e r k, dat het thermohardende polymeerhars gekozen is uit de groep van polyimide-, epoxy-, fenol-, polycarbonaat-, polyamide-, en polybenzimidazoolharsen.

7. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 6, m e t h e t k e n m e r k, dat het thermohardende polymeerhars een polyimidehars is.

8. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 6, m e t h e t k e n m e r k, dat het thermohardende polymeerhars een epoxyhars is.

7314375

9. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 2 en 7, met het kenmerk, dat de organischeverbinding een amino-silaanverbinding is.

10. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 2 en 8, met het kenmerk, dat de organische verbinding een epoxy-silaanverbinding is.

11. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de elektrode bestaat uit een trapezoidaal metalen voetstuk, waarvan het bovenvlak in hetzelfde vlak ligt als het oppervlak van de polymeerharslaag, welk voetstuk door de polymeerharslaag en de isolerende laag heen gaat, en een metalen plaat, die aangebracht is op het bovenvlak van het trapezoidaal metalen voetstuk en het oppervlak van de polymeerharslaag.

12. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 1-11, met het kenmerk, dat de polymeerharslaag een dikte bezit van 2 tot 15  $\mu$ .

13. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 12, met het kenmerk, dat de polymeerharslaag een dikte bezit van 3 tot 10  $\mu$ .

14. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat het polyamidehars gekozen is uit de groep van harsen met formule 2 of 3 van het formuleblad, waarin  $Ar_1$ ,  $Ar_2$ ,  $Ar_3$  en  $Ar_4$  aromatische groepen voorstellen.

15. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 14, met het kenmerk, dat  $Ar_1$  gekozen is uit een benzeen-, difenylether-, naftaleen-, difenylsulfon-, en di-(fenoxyfenyl)sulfongroep.

16. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 14 of 15, met het kenmerk, dat  $Ar_2$  gekozen is uit een benzeen-, difenylether- en benzofenongroep.

17. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 14-16, met het kenmerk, dat  $Ar_3$  gekozen is uit een benzeen-, difenylether-, naftaleen-, difenylsulfon- en di-(fenoxyfenyl)-sulfongroep.

18. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 14-17,



met het kenmerk, dat  $Ar_4$  gekozen is uit een benzeen-, difenylether- en benzofenongroep.

19. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 14, met het kenmerk, dat het polyimidehars de formule 2 van het formuleblad bezit, waarin  $Ar_1$  een difenylethergroep, en  $Ar_2$  een benzeengroep voorstelt.

20. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 14, met het kenmerk, dat het polyimidehars formule 3 van het formuleblad bezit, waarin  $Ar_3$  een difenylethergroep en  $Ar_4$  een benzofenongroep voorstelt.

21. Afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 20, met het kenmerk, dat  $Ar_1$  een difenylethergroep, en  $Ar_2$  een benzeengroep voorstelt.

22. Transistor, met het kenmerk, dat deze is samengesteld uit een halfgeleiderlichaam, waarin een eerste halfgeleidergebied is opgenomen, waarvan het geleidingstype tegengesteld is aan dat van het halfgeleiderlichaam, en een tweede halfgeleidergebied, waarvan het geleidingstype tegengesteld is aan dat van het eerste halfgeleidergebied, en dat opgenomen is in het eerste halfgeleidergebied, een op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam aangebrachte isolerende laag, een op het oppervlak van de isolerende laag aangebrachte polymeerharslaag, een basiselektrode die reikt tot een gedeelte van het eerste halfgeleidergebied, door de polymeerharslaag en de isolerende laag heen gaat en zich uitstrekt over een gedeelte van het oppervlak van de polymeerharslaag, een emitterelektrode die reikt tot een gedeelte van het tweede halfgeleidergebied, door de polymeerharslaag en de isolerende laag heengaat en zich uitstrekt over een ander gedeelte van het oppervlak van de polymeerharslaag, dan het gedeelte waar de basiselektrode is aangebracht, en met de emitter en de basiselektrode verbonden draden.

23. Transistor volgens conclusie 22, met het kenmerk, dat een laag van een organische verbinding aangebracht is tussen de isolerende laag en de polymeerharslaag.

24. Transistor volgens conclusie 22 of 23, met het kenmerk,

dat tevens een laag van een organische verbinding is aangebracht tussen de polymeerharslaag en de emitter en de basis-elektroden.

25. Transistor volgens conclusie 22 - 24, met het kenmerk, dat het polymeerhars voor de polymeerharslaag een thermohardend polymeerhars is.

26. Transistor volgens conclusie 25, met het kenmerk, dat het thermohardende polymeerhars een polyiminehars is.

27. Transistor volgens conclusie 25, met het kenmerk, dat het thermohardende polymeerhars een epoxyhars is.

28. Transistor volgens conclusie 23 en 26, met het kenmerk, dat de organische verbinding een amino-silaanverbinding is.

29. Transistor volgens conclusie 23 en 27, met het kenmerk, dat de organische verbinding een epoxy-silaanverbinding is.

30. Transistor volgens conclusie 22, met het kenmerk, dat tenminste één van de basis- en de emitterelektroden bestaat uit een trapezoidaal metalen voetstuk, waarvan het bovenvlak in hetzelfde vlak ligt als het oppervlak van de polymeerharslaag, welk voetstuk door de polymeerharslaag en de isolerende laag heen gaat, en een metalen plaat die aangebracht is op het bovenvlak van het trapezoidaal metalen voetstuk en het oppervlak van de polymeerharslaag.

31. Transistor volgens conclusie 22-30, met het kenmerk, dat de dikte van de polymeerharslaag van 2 tot 15  $\mu$  bedraagt.

32. Transistor volgens conclusie 31, met het kenmerk, dat de dikte van de polymeerharslaag van 3 tot 10  $\mu$  bedraagt.

33. Transistor volgens conclusie 16, met het kenmerk, dat het polyimidehars een hars is, zoals gedefinieerd voor een afzonderlijke halfgeleiderinrichting volgens conclusie 14-21.

34. Werkwijze voor de vervaardiging van een afzonderlijke halfgeleider-inrichting, met het kenmerk, dat men een halfgeleiderlichaam vormt, dat een halfgeleidergebied omvat met een geleidingsvermogen van een tegengesteld type aan dat van het lichaam, een isolerende laag op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam vormt, een polymeerharslaag op het oppervlak van de isolerende laag

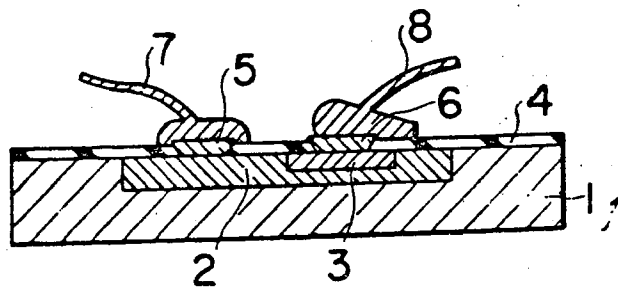
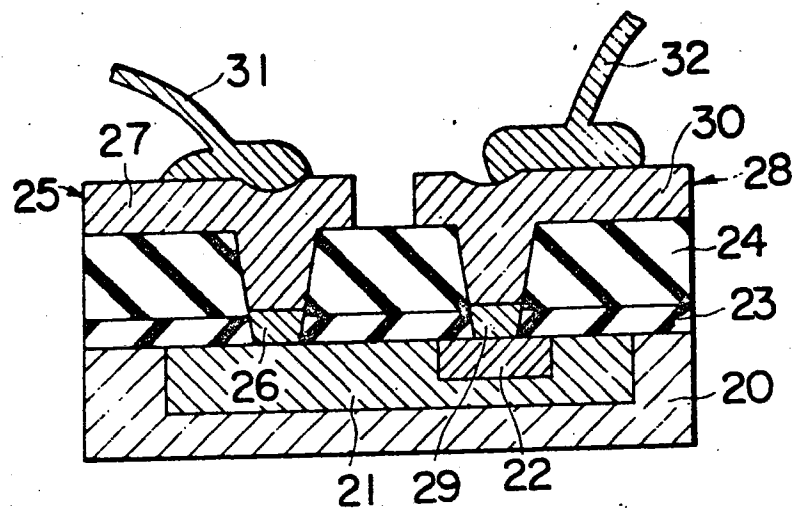
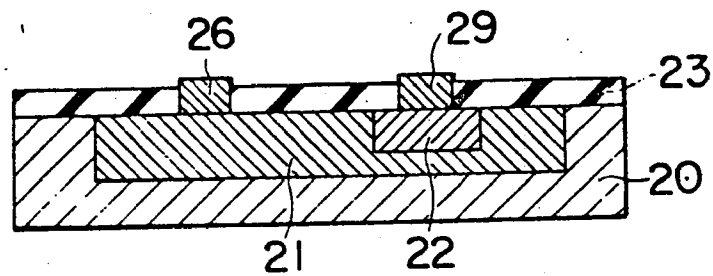
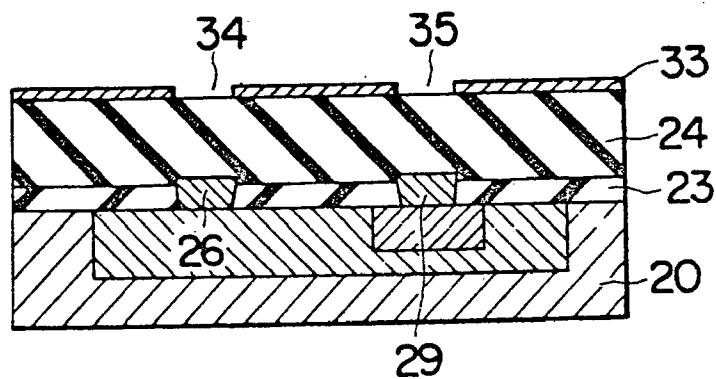
aanbrengt, een elektrode vormt, die door de polymeerharslaag en de isolerende laag heengaat, tot een gedeelte van het halfgeleidergebied reikt en zich uitstrekt over het oppervlak van de polymeerharslaag, en de elektrode verbindt met een draad.

5 35. Werkwijze volgens conclusie 34, met het kenmerk, dat men op de isolerende laag een laag van een organische verbinding aanbrengt.

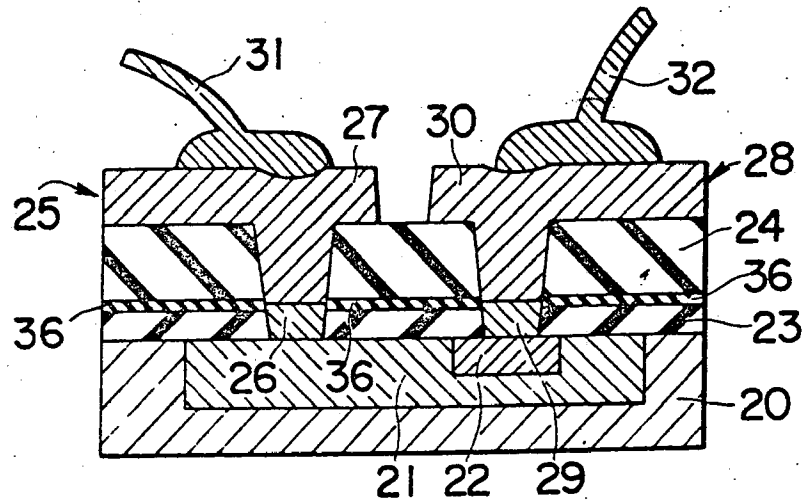
10 36. Werkwijze voor de vervaardiging van een transistor, met het kenmerk, dat men een halfgeleiderlichaam vormt met een daarin opgenomen eerste halfgeleidergebied met een geleidingsvermogen van een tegengesteld type ten opzichte van het halfgeleiderlichaam, en een tweede halfgeleidergebied in het eerste halfgeleidergebied, met een geleidingsvermogen van een tegengesteld type, ten opzichte van het eerste halfgeleidergebied, een isolerende laag op het oppervlak van het halfgeleiderlichaam vormt, een polyimide-oplossing aanbrengt op het oppervlak van de isolerende laag onder roteren van het verkregen halfgeleiderlichaam, de aangebrachte polyimide-oplossing verhit ter vorming van een polyimideharslaag, de polyimideharslaag en de isolerende laag etst voor blootlegging van een gedeelte van het eerste halfgeleidergebied en een gedeelte van het tweede halfgeleidergebied, een eerste metaallaag vormt die reikt tot een gedeelte van het eerste halfgeleidergebied en zich uitstrekt over een deel van het oppervlak van de polyimideharslaag, een tweede metaallaag vormt, die reikt tot een gedeelte van het tweede halfgeleidergebied en zich uitstrekt <sup>op</sup> naar een ander deel van het oppervlak van de polyimideharslaag dan het deel waar de eerste metaallaag is gevormd, en draden verbindt met de eerste en de tweede metaallaag.

15  
20  
25

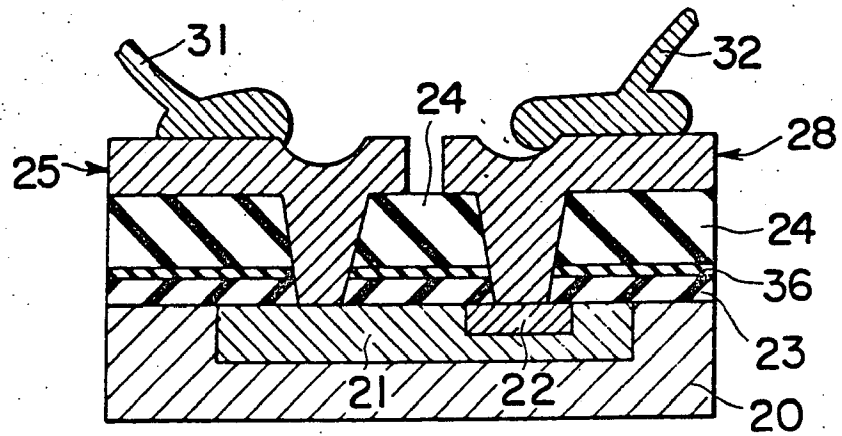
37. Werkwijze volgens conclusie 36, met het kenmerk, dat men een aminosilaanverbinding aanbrengt op de isolerende laag.

**FIG. 1****FIG. 2****FIG. 2a****FIG. 2b**

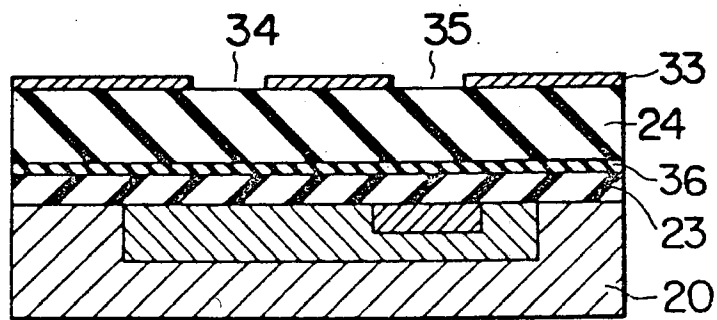
**FIG. 3**



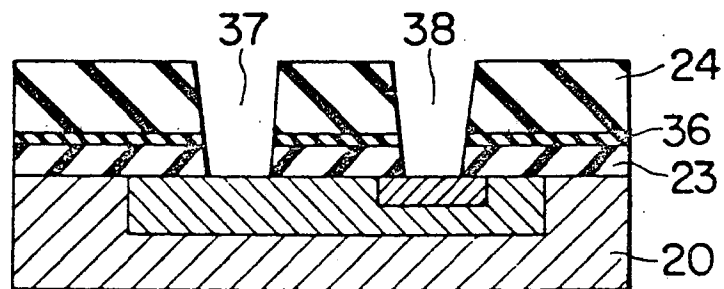
**FIG. 4**



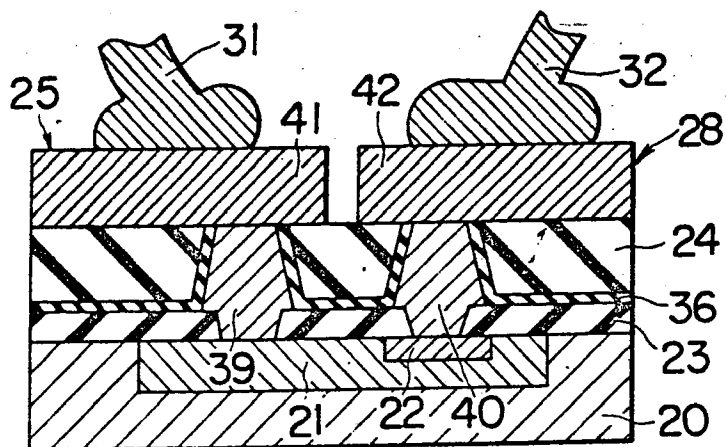
**FIG. 4a**



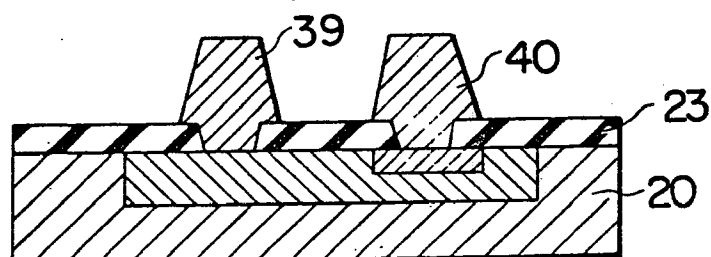
**FIG. 4b**



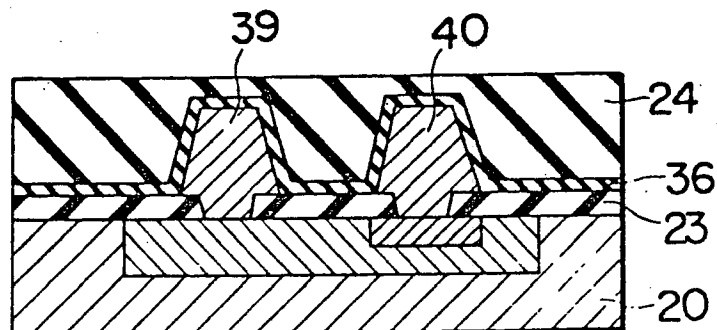
**FIG. 5**



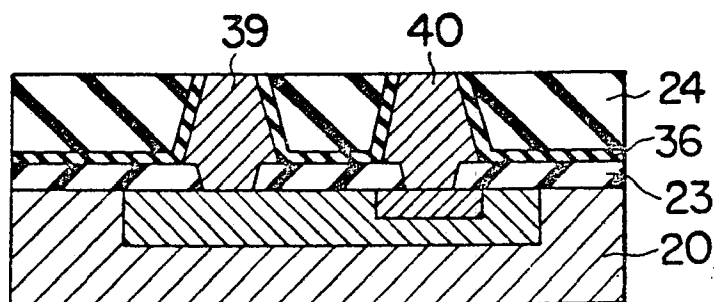
**FIG. 5a**



**FIG. 5b**

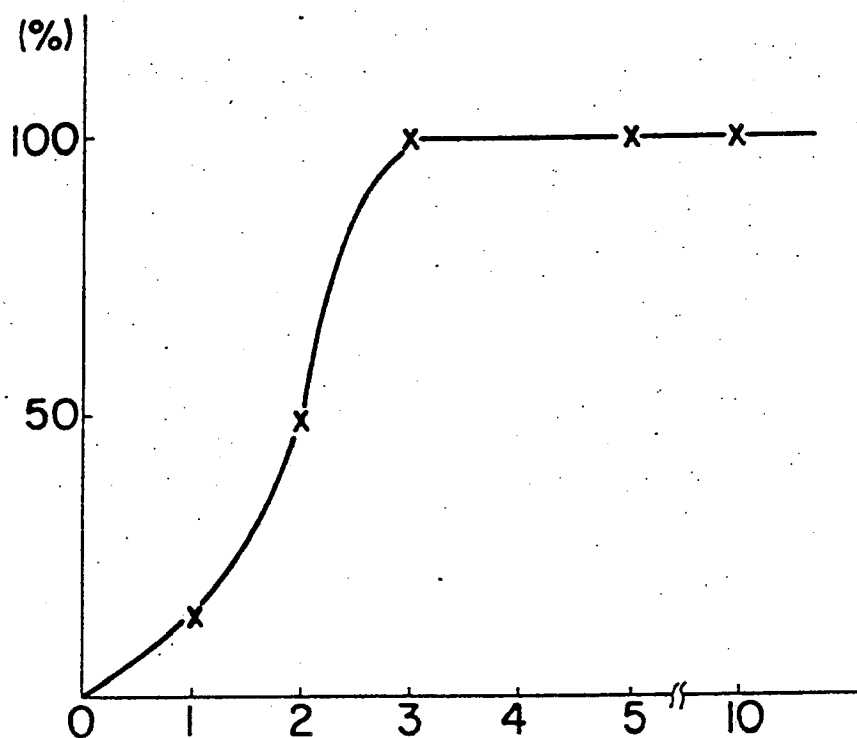


**FIG. 5c**

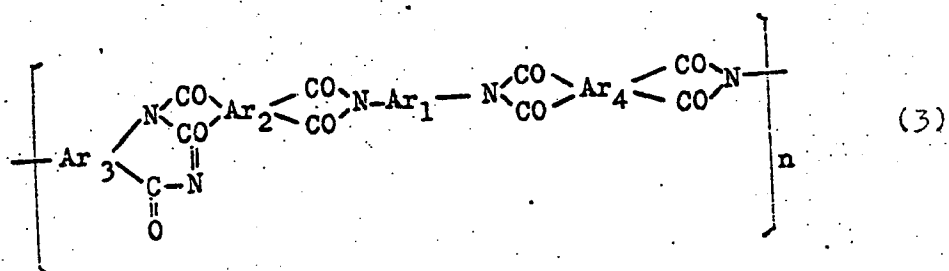
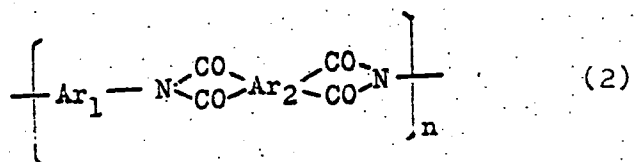
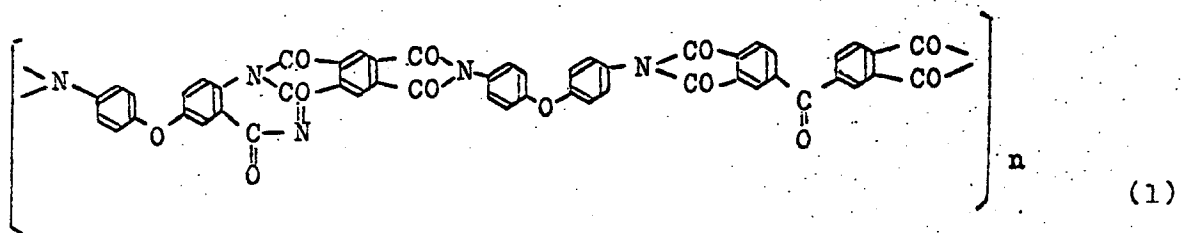


7314375

**FIG. 6**



7314375



7314375